


**REAR FOCUS TYPE ZOOM LENS AND OPTICAL EQUIPMENT USING THE SAME**

**Patent number:** JP2001228394  
**Publication date:** 2001-08-24  
**Inventor:** NANBA NORIHIRO  
**Applicant:** CANON INC  
**Classification:**  
- international: G02B15/16; G02B13/18  
- european:  
**Application number:** JP20000041670 20000218  
**Priority number(s):**

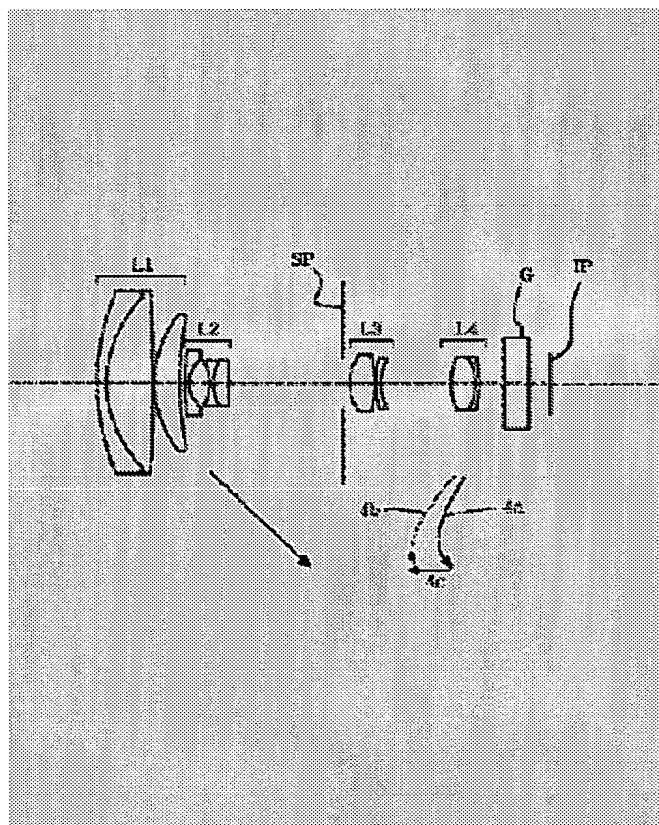
Also published as:

 JP2001228394 (A)

**Abstract of JP2001228394**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a rear focus type zoom lens provided with excellent performance all over the zoom area and all over the object distance and having a high variable power ratio, and optical equipment using the same.

**SOLUTION:** This zoom lens is provided with 1st to 4th groups having positive, negative, positive and positive refractive power in order from an object side. Then, variable power is performed by the 2nd group, the fluctuation of an image surface caused with the variable power is corrected and focusing is performed by the 4th group, and the 4th group is provided with a diaphragm nearest to the object side, and provided with a positive lens G31 whose lens surface on the object side is convex on an image surface side, and a negative meniscus lens G32 whose concave surface faces to the image surface side nearest to the image surface side, and the 4th group is constituted of a combined lens consisting of a positive lens G41 whose both lens surfaces are convex and a negative meniscus lens G42. The magnification  $\beta$  of the 4th group at the time of focusing on an infinity object at a telephoto end and the radii of the curvature of the lens surfaces of the negative lens G32 on the object side and the image surface side R32a and R32b are respectively appropriately set.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-228394  
(P2001-228394A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 15/16  
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/16  
13/18

テマコード<sup>\*</sup>(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-41670(P2000-41670)

(22) 出願日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 難波 則広

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

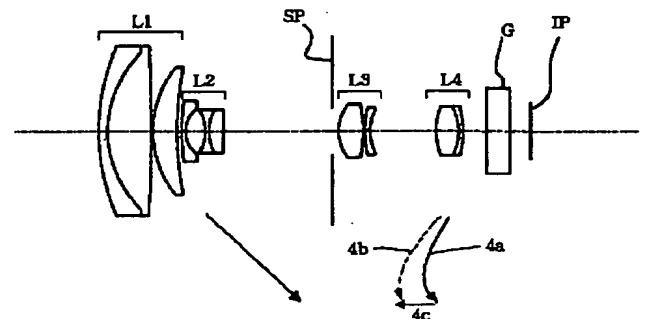
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リアフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた光学機器

(57) 【要約】

【課題】 全ズーム域・全物体距離にわたって良好な性能を有する高変倍比のリアフォーカス式ズームレンズ及びそれを用いた光学機器を得ること。

【解決手段】 物体側より順に、正、負、正、そして正の屈折力の第1群～第4群を有し、該第2群で変倍を行い、第4群で変倍に伴う像面変動を補正すると共にフォーカスを行い、該第3群は最も物体側に絞りを有し、その像面側に物体側のレンズ面が凸面である正レンズG 3 1と、最も像面側には像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG 3 2を有し、該第4群は両レンズ面が凸面の正レンズG 4 1とメニスカス状の負レンズG 4 2との接合レンズより成り、望遠端における無限遠物体に合焦したときの第4群の倍率 $\beta_{4T}$ 、該負レンズG 3 2の物体側と像面側のレンズ面の曲率半径各々 $R_{32a}$ 、 $R_{32b}$ を各々適切に設定したこと。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有し、該第 2 群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第 4 群を移動させて補正すると共に該第 4 群を移動させてフォーカスを行い、該第 3 群は最も物体側に絞りを有し、その像面側に物体側のレンズ面が凸面である正レンズ G 3 1 と、最も像面側には像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ G 3 2 を有し、該第 4 群は両レンズ面が凸面の正レンズ G 4 1 とメニスカス状の負レンズ G 4 2 との接合レンズより成り、望遠端における無限遠物体に合焦したときの第 4 群の倍率を  $\beta 4 T$ 、該負レンズ G 3 2 の物体側と像面側のレンズ面の曲率半径を各々 R 3 2 a、R 3 2 b としたとき、 $0.37 < |\beta 4 T| < 0.65$   
 $1.9 < R 3 2 a / R 3 2 b < 3.0$   
 なる条件を満足することを特徴とするリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 2】 物体側より順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有し、該第 2 群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第 4 群を移動させて補正すると共に該第 4 群を移動させてフォーカスを行い、該第 2 群は物体側より順に、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ G 2 1、両面が凹面の負レンズ G 2 2、物体側に強い凸面を向けた正レンズ G 2 3 より成り、該第 3 群は最も物体側に絞りを有し、その像面側に物体側のレンズ面が凸面である正レンズ G 3 1 と、最も像面側には像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ G 3 2 を有し、該第 4 群は両レンズ面が凸面の正レンズ G 4 1 とメニスカス状の負レンズ G 4 2 との接合レンズより成り、望遠端における無限遠物体に合焦したときの第 4 群の倍率を  $\beta 4 T$ 、広角端での第 3 群と第 4 群との間隔を D 3 4 w、該第 4 群の焦点距離を f 4 とおいたとき、 $0.37 < |\beta 4 T| < 0.65$   
 $0.45 < D 3 4 w / f 4 < 0.9$   
 なる条件式を満足することを特徴とするリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 3】 前記正レンズ G 3 1 は少なくとも 1 面に非球面を有し、前記正レンズ G 4 1 は少なくとも 1 面に非球面を有し、そのうち 1 つの非球面は第 4 群内において最も物体側に位置することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 4】 前記負レンズ G 3 2 の物体側のレンズ面の曲率半径を R 3 2 a、前記正レンズ G 3 1 の物体側の

レンズ面の曲率半径を R 3 1 a、広角端での全系の焦点距離を f w、望遠端での全系の焦点距離を f t、第 i 群の焦点距離を f i としたとき

$$0.3 < (R 3 2 a - R 3 2 b) / (R 3 2 a + R 3 2 b) < 0.5$$

$$0.8 < |f 2| / f w < 1.2$$

$$0.8 < f 3 / f 4 < 1.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 のズームレンズ。

10 【請求項 5】 前記負レンズ G 2 1 の媒質の屈折率を N 2 1 とおいたとき

$$1.84 < N 2 1 < 1.95$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 2 記載のリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 6】 前記正レンズ G 3 1 は両レンズ面ともに非球面であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項のリアフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれか 1 項のリアフォーカス式のズームレンズを有することを特徴とする光学機器。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リアフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特に高変倍比でありながら、大口径比で構成レンズ枚数が少ないビデオカメラ、デジタルカメラ等の撮像素子を用いた光学機器に好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より写真用カメラやビデオカメラなどに使われるズームレンズにおいて、物体側の第 1 群より後方のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、いわゆるリアフォーカス方式を採用した例が色々と提案されている。これは、リアフォーカス方式がフォーカスの際に比較的小型軽量のレンズ群を移動させるので、レンズ群の駆動力が小さくてすみ、かつ、迅速な焦点合わせができるのでオートフォーカスシステムとの相性がいい等の特徴があるためである。

【0003】例えば、特開昭 62-206516 号公報や特開昭 62-24213 号公報や特開昭 63-247316 号公報、そして特開平 4-43311 号公報では、物体側より順に正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、そして正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有し、第 2 群を移動させて変倍を行い、変倍に伴う像面変動を第 4 群を移動させて補正すると共にフォーカスを行っている。

【0004】特開昭 63-29718 号公報では、物体側より順に正の屈折力の第 1 群と、負レンズ、負レンズ、正レンズの 3 枚のレンズにて構成され全体として負の屈折力で変倍時に可動であって主として変倍をつかさどる第 2 群と、正の屈折力を有し非球面を含む第 3 群

50

と、少し大きな空気間隔をあけて正の屈折力を有し変倍に伴う像面変動を補正し、合焦のために移動する第4群より構成したズームレンズを開示している。

【0005】特開平5-72472号公報では、物体側より順に正の屈折力を持ち固定の第1群、負の屈折力を持ち変倍のための第2群、固定で集光作用を有し正の屈折力の第3群、像面位置を維持するために光軸上を移動する正の屈折力の第4群と非球面を有するズームレンズを開示している。これは、第2群はメニスカス状の負レンズと両凹レンズと正レンズを配し、第3群は1面以上の非球面である単レンズから構成され、第4群は1面以上の非球面を有するレンズで構成されている。

【0006】米国特許明細書第4299454では、物体側より順に第1正レンズ群、第2負レンズ群、後方の正レンズ群より構成され、負レンズ群を含む少なくとも2つのレンズ群を移動させて変倍を行い、第2負レンズ群は物体側から第1、第2の負レンズと正のタブレットから成るズームレンズが開示されている。

【0007】また、所用4群リアフォーカス式ズームレンズにおいて、変倍用の第2群の屈折力を強めて所定の変倍比を確保するための第2群の光軸方向の移動量を少なくする方法がある。

【0008】上記のような構成にすると、変倍系であるレンズ群の第1群と第2群の間隔が短くなり、又絞りから第1群までの距離が短くなるので前玉径が小さくなる。それによって第1群の厚さを薄くすることが可能になるので、レンズ系全体の小型化が容易になる。

【0009】また、結像系である第3群と第4群を小型化する方法として、具体的に、第3群を物体側から順に正レンズと負レンズで構成し、第3群を所謂望遠レンズタイプとして第3群の主点位置を物体側に移動させて第3群と第4群の実距離間隔を短くして小型化を図る方法がある。このような構成のズームレンズが、例えば特開平5-19165号公報、特開平5-297275号公報、特開平5-60973号公報、特開平5-60974号公報、特開平5-107473号公報、特開平6-130297号公報、特開平8-292369号公報、特開平8-304700号公報、USP5189558号公報、USP5396367号公報等で提案されている。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】一般にズームレンズにおいてリアフォーカス方式を採用すると、前述のごとくレンズ系全体が小型化され、又、迅速なるフォーカスが可能となり、さらに近接撮影が容易となる等の特徴が得られる。

【0011】しかしながら反面、フォーカスの際の収差変動が多くなり、無限遠物体から近距離物体に至る物体距離全般にわたり、レンズ系全体の小型化を図りつつ、高い光学性能を得るのが大変難しくなってくるという問

題が生じてくる。

【0012】本発明は、リアフォーカス方式を採用し、レンズ系全体を小型化し、迅速なフォーカスを可能とし、かつ第1群がズーミング時固定でメカ機構が簡単で高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつ大口径比でありながらレンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式ズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0013】この他本発明は、ズーム比が1.2倍程度と高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつFナンバーが1.6から2程度と大口径比でありながら、レンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式ズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手投】請求項1の発明のリアフォーカス式のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有し、該第2群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第4群を移動させて補正すると共に該第4群を移動させてフォーカスを行い、該第3群は最も物体側に絞りを有し、その像面側に物体側のレンズ面が凸面である正レンズG31と、最も像面側には像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG32を有し、該第4群は両レンズ面が凸面の正レンズG41とメニスカス状の負レンズG42との接合レンズより成り、望遠端における無限遠物体に合焦したときの第4群の倍率を $\beta_4 T$ 、該負レンズG32の物体側と像面側のレンズ面の曲率半径を各々R32a、R32bとしたとき、

$$0.37 < |\beta_4 T| < 0.65 \dots (1)$$

$$1.9 < R32a/R32b < 3.0 \dots (2)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0015】請求項2の発明のリアフォーカス式のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有し、該第2群を像面側へ移動させて広角端から望遠端への変倍を行い、変倍に伴う像面変動を該第4群を移動させて補正すると共に該第4群を移動させてフォーカスを行い、該第2群は物体側より順に、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG21、両面が凹面の負レンズG22、物体側に強い凸面を向けた正レンズG23より成り、該第3群は最も物体側に絞りを有し、その像面側に物体側のレンズ面が凸面である正レンズG31と、最も像面側には像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG32を有し、該第4群は両レンズ面が凸面の正レンズG41とメニスカス状の負レンズG42との接合レンズより成り、望遠端における無限遠物体に合焦したときの第4群の倍率を $\beta_4 T$ 、広角端での第3群と第4群との間隔をD3

4w、該第4群の焦点距離を $f_4$ とおいたとき、  
 $0.37 < |\beta_4 T| < 0.65 \dots\dots (1)$   
 $0.45 < D_{34} w / f_4 < 0.9 \dots\dots (3)$   
 なる条件式を満足することを特徴としている。

【0016】請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記正レンズG31は少なくとも1面に非球面を有し、前記正レンズG41は少なくとも1面に非球面を有し、そのうち1つの非球面は第4群内において最も\*

$$0.3 < (R_{32a} - R_{32b}) / (R_{32a} + R_{32b}) < 0.5 \dots\dots (4)$$

$$0.8 < |f_2| / f_w < 1.2 \dots\dots (5)$$

$$0.8 < f_3 / f_4 < 1.5 \dots\dots (6)$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0018】請求項5の発明は請求項2の発明において、前記負レンズG21の媒質の屈折率を $N_{21}$ とおいたとき

$$1.84 < N_{21} < 1.95 \dots\dots (7)$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0019】請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記正レンズG31は両レンズ面ともに非球面であることを特徴としている。

【0020】請求項7の発明の光学機器は請求項1から6のいずれか1項のリアフォーカス式のズームレンズを有することを特徴としている。

【0021】以下、請求項1の発明を第1発明、請求項2の発明を第2発明といい、第1発明と第2発明とを総称して本発明ともいう。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】図1～図16は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの実施形態における説明図である。

【0023】具体的には、図1は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの数値実施1の要部断面図、図2、図3、図4は数値実施1の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。図5は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの数値実施2の要部断面図、図6、図7、図8は数値実施2の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。図9は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの数値実施3の要部断面図、図10、図11、図12は数値実施3の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。図13は本発明のリアフォーカス式ズームレンズの数値実施4の要部断面図、図14、図15、図16は数値実施4の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0024】図中L1は正の屈折力の第1群、L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群、L4は正の屈折力の第4群である。SPは開口絞りであり、第3群L3の前方に配置している。

【0025】Gは色分解プリズムやフェイスプレートやフィルター等のガラスブロックである。IPは像面であ

\*物体側に位置することを特徴としている。

【0017】請求項4の発明は請求項1、2又は3の発明において、前記負レンズG32の物体側のレンズ面の曲率半径を $R_{32a}$ 、前記正レンズG31の物体側のレンズ面の曲率半径を $R_{31a}$ 、広角端での全系の焦点距離を $f_w$ 、望遠端での全系の焦点距離を $f_t$ 、第i群の焦点距離を $f_i$ としたとき

り、CCD等の撮像素子が配置されている。

【0026】本発明のリアフォーカス式ズームレンズの実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第2群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4群を物体側に凸状の軌跡を有しつつ移動させて補正している。

【0027】また、第4群を光軸上移動させてフォーカスを行うリアフォーカス式を採用している。同図に示す第4群の実線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。尚、第1群と第3群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0028】又、本発明においては、第4群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に第4群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線4a、4bに示すように広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第3群と第4群との空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0029】本発明において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は同図の直線4cに示すように第4群を前方へ繰り出すことにより行っている。そして、本発明のリアフォーカス式ズームレンズは、該第3群の最も物体側に絞りを有している。

【0030】そして、該第3群は最も物体側に絞りを有し、その像面側に物体側のレンズ面が凸面である正レンズG31と、最も像面側には像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG32を有し、該第4群は両レンズ面が凸面の正レンズG41とメニスカス状の負レンズG42との接合レンズより成ることを基本構成としている。

【0031】そして第1発明では条件式(1)、(2)を満足することを特徴としている。又、第2発明では該第2群は物体側より順に、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズG21、両面が凹面の負レンズG22、物体側に強い凸面を向けた正レンズG23より成

り、条件式(1)、(3)を満足することを特徴としている。

【0032】特に本発明では第3群を物体側から順に正レンズと負レンズで構成し、第3群を所謂望遠レンズタイプとして第3群の主点位置を物体側に移動させて第3群と第4群の実距離間隔を短くしてさらなる小型化を図っている。

【0033】又、本発明のズームレンズでは第3群の最も物体側の正レンズの物体側のレンズ面を非球面として主に球面収差の補正を行っている。さらに像側のレンズ面も非球面としても良く、これによれば球面収差をより良好に補正することができるため大口径と球面収差の補正が両立可能となる。

【0034】また球面収差の補正を主に物体側のレンズ面に分担させ、像側のレンズ面に軸外光束の上線、下線の屈曲のバランスを図ることでコマ収差を補正するようにしても良い。これによれば画面全域に渡ってより高解像な光学性能を有したズームレンズが提供できる。

【0035】また第4群を物体側より順に正レンズと負レンズの接合レンズで構成し、色収差補正と小型化を図っている。さらに本発明では第4群の正レンズの物体側のレンズ面を非球面としても良く、これによれば軸外の諸収差を良好に補正することができる。なお、本発明において非球面は必ずしも設ける必要はない。

【0036】次に第1発明と第2発明に係る前述の条件式(1)～(3)の技術的意味について説明する。

【0037】条件式(1)は第4群の倍率を規定した式である。条件式(1)の上限を超えるとバックフォーカスが短くなりすぎ、フィルター、CCDのフェイスプレート等を配置するための空間がとれないため良くない。また下限を超えるとバックフォーカスが長くなりすぎレンズ全長の大型化を招くため良くない。

【0038】条件式(2)は第3群の像側に配置されたメニスカス状の負レンズG32のレンズ形状を規定している式である。

\*

$$0.3 < (R32a - R32b) / (R32a + R32b) < 0.5 \quad \dots\dots (4)$$

$$0.8 < |f2| / fw < 1.2 \quad \dots\dots (5)$$

$$0.8 < f3 / f4 < 1.5 \quad \dots\dots (6)$$

なる条件式を満足することである。

【0045】条件式(4)は第3群のメニスカス状の負レンズG32のレンズの形状因子を規定する式であり、条件式(2)に加えてさらに形状を限定している。

【0046】条件式(4)の上限を超えると第3群の後側主点位置が物体側に寄りすぎて第3群と第4群の間隔が短くなりすぎ像面変動補正のために移動する第4群の移動スペースを十分確保することができなくなるため良くない。

【0047】またレンズ面の曲率がきつくなるため製造誤差に起因する偏芯時の性能劣化が大きくなるためよく

\*【0039】条件式(2)の上限を超えると第3群の後側主点位置が物体側に寄りすぎて第3群と第4群の間隔が短くなりすぎ像面変動補正のために移動する第4群の移動スペースを十分確保することができなくなるため良くない。また下限を超えると第3群の後側主点位置を物体側に移動させて小型化する効果が薄れレンズ全長の大型化を招くため良くない。

【0040】条件式(3)は広角端における第3群と第4群の間隔を規定した式である。条件式(3)の上限を超えると第3群と第4群の間隔が大きくなりレンズ全長の大型化を招く。また下限値を超えると第4群の移動スペースが確保できず所望の近距離撮影ができなくなり適当ではない。

【0041】本発明では以上説明したように各レンズ群を構成することにより、レンズ系全体を小型化し、迅速なフォーカスを可能とし、かつ第1群がズーミング時固定でメカ機構が簡単で、ズーム比が1.2倍と高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつFナンバーが1.6から2程度と大口径比でありながら、レンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式のズームレンズを達成している。

【0042】本発明の目的とするリアフォーカス式のズームレンズは、以上の構成により達成されるが、更に次の構成要件のうち少なくとも1つ以上を満足させるのがレンズ系全体の小型化及び収差補正上、好ましい。

【0043】(アー1)前記正レンズG31は少なくとも1面に非球面を有し、前記正レンズG41は少なくとも1面に非球面を有し、そのうち1つの非球面は第4群内において最も物体側に位置することである。

【0044】(アー2)前記負レンズG32の物体側のレンズ面の曲率半径をR32a、前記正レンズG31の物体側のレンズ面の曲率半径をR31a、広角端での全系の焦点距離をfw、望遠端での全系の焦点距離をft、第i群の焦点距離をfiとしたとき

ない。また下限を超えると第3群の後側主点位置を物体側に移動させて小型化する効果が薄れレンズ全長の大型化を招くため良くない。

【0048】条件式(5)は主変倍レンズ群である第2群の焦点距離を規定した式であり、上限を超えて第2群の屈折力が弱まると所望のズーム比を達成するために第2群の移動量が大きくなり、レンズ全長及び前玉径の増大を招き良くない。

【0049】また下限を超えて第2群の屈折力が強まると小型化には有利であるが諸収差を良好に補正するのが困難となる。特にペッツバル和が負の方向に大きくな

り像面がオーバーとなるため良くない。また、変倍時の像ゆれが起こりやすくなり機械構成が複雑になり適当ではない。

【0050】条件式(6)は結像系である第3群と第4群を小型化を図るための最適な屈折力配分を表している。

【0051】特に第3群と第4群の間隔を最適にした時、第3群から射出する光束を第4群に略アフォーカルで入射させ、最適なバックフォーカスを確保するためのものである。上限値を超えると第3群から射出する光線がアフォーカルから逸脱し、第4群が大型化してくる、また第4群の移動に伴う収差変動が大きくなり好ましくない。逆に下限値を越えると第4群の屈折力が弱くなり、フォーカスのための移動量が大きくなり全長が長くなっていく。

【0052】(ア-3)前記負レンズG21の媒質の屈折率をN21とおいたとき

$$1.84 < N21 < 1.95 \quad \dots\dots (7)$$

なる条件式を満足することである。

【0053】条件式(7)は第2群の最も物体側のメニスカス状の負レンズG21の材質の屈折率を規定している式である。

【0054】条件式(7)の上限値を超えると像面湾曲は有利になるが、実際に使用可能な硝材を考慮するとアッペ数が小さくなり、色収差の補正が困難になっていく。また下限値を超えるとペッツバル和が負の方向に大きくなり像面がオーバーとなり好ましくない。

【0055】(ア-4)前記正レンズG31は両レンズ面ともに非球面であることである。

【0056】(ア-5)第1群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、両レンズ面が凸面の正レン

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

【0064】なる式で表している。また、例えば「e-Z」の表示は「 $10^{-2}$ 」を意味する。

【0065】前述の各条件式と数値実施例における諸数

\*ズ、そして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより構成することである。

【0057】次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラの実施形態を図17を用いて説明する。

【0058】図17において、10はビデオカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。15は、前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。

【0059】このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器が実現できる。

【0060】以下に、本発明の数値実施例を記載する。

【0061】各数値実施例においてR<sub>i</sub>は物体側より順に第i番目の面の曲率半径、D<sub>i</sub>は物体側より順に第i番目の面と第(i+1)番目の面の間隔、N<sub>i</sub>と*v*<sub>i</sub>は各々物体側より順に第i番目の光学部材のガラスの屈折率とアッペ数である。

【0062】非球面形状は、光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、各非球面係数をK、B、C、D、E、Fとしたとき、

【0063】

【数1】

値との関係を表-1に示す。

【0066】

【外1】

11

数值实施例 1

$$f = 1 \sim 11.78 \quad F \# = 2.05 \sim 2.73 \quad 2\omega = 60.8^\circ \sim 5.7^\circ$$

R 1 =	8.016	D 1 =	0.26	N 1 =	1.846660	$\nu$ 1 =	23.9
R 2 =	4.054	D 2 =	1.29	N 2 =	1.603112	$\nu$ 2 =	60.6
R 3 =	-47.094	D 3 =	0.04				
R 4 =	3.695	D 4 =	0.72	N 3 =	1.712995	$\nu$ 3 =	53.9
R 5 =	11.458	D 5 =	可変				
R 6 =	8.336	D 6 =	0.12	N 4 =	1.882997	$\nu$ 4 =	40.8
R 7 =	1.049	D 7 =	0.57				
R 8 =	-1.576	D 8 =	0.12	N 5 =	1.603112	$\nu$ 5 =	60.6
R 9 =	1.576	D 9 =	0.43	N 6 =	1.846660	$\nu$ 6 =	23.9
R 10 =	-33.568	D 10 =	可変				
R 11 =	絞り	D 11 =	0.19				
R 12 =	1.489	D 12 =	0.72	N 7 =	1.583130	$\nu$ 7 =	59.4
R 13 =	-4.099	D 13 =	0.04				
R 14 =	3.700	D 14 =	0.14	N 8 =	1.846660	$\nu$ 8 =	23.9
R 15 =	1.601	D 15 =	可変				
R 16 =	2.331	D 16 =	0.67	N 9 =	1.583130	$\nu$ 9 =	59.4
R 17 =	-1.873	D 17 =	0.12	N 10 =	1.846660	$\nu$ 10 =	23.9
R 18 =	-3.673	D 18 =	可変				
R 19 =	$\infty$	D 19 =	0.72	N 11 =	1.516330	$\nu$ 11 =	64.1
R 20 =	$\infty$						

＼焦点距離	1.00	4.96	11.78
可変間隔＼			
D 5	0.14	2.43	3.07
D 10	3.24	0.96	0.31
D 15	2.00	1.29	2.39
D 18	0.69	1.41	0.31

非球面係数

$$R12 \quad k = -6.18049e-02 \quad B = -3.14494e-02 \quad C = -1.01953e-02 \quad D = 1.35693e-02 \quad E = -1.27212e-03 \\ F = 0$$

$$R13 \quad k = -2.76323e+01 \quad B = -1.81225e-02 \quad C = 1.65334e-02 \quad D = 1.69561e-02 \quad E = -5.30983e-03 \\ F = 0$$

$$R16 \quad k = -5.39679e+00 \quad B = 4.91340e-02 \quad C = -7.82426e-02 \quad D = 2.18595e-01 \quad E = -3.43488e-01 \\ F = 2.02224e-01$$

【0067】

【外 2】



## 数值实施例2

$$f=1\sim 12.00 \quad F\# = 1.64 \sim 2.51 \quad 2\omega = 61.7^\circ \sim 5.7^\circ$$

R1 = 8.170	D1 = 0.27	N1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.9
R2 = 4.222	D2 = 1.46	N2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 60.6
R3 = -41.612	D3 = 0.04		
R4 = 3.830	D4 = 0.73	N3 = 1.712995	$\nu$ 3 = 53.9
R5 = 11.276	D5 = 可変		
R6 = 5.717	D6 = 0.12	N4 = 1.882997	$\nu$ 4 = 40.8
R7 = 1.069	D7 = 0.58		
R8 = -1.613	D8 = 0.12	N5 = 1.603112	$\nu$ 5 = 60.6
R9 = 1.628	D9 = 0.44	N6 = 1.846660	$\nu$ 6 = 23.9
R10 = -703.565	D10 = 可変		
R11 = 絞り	D11 = 0.20		
R12 = 1.539	D12 = 0.73	N7 = 1.583130	$\nu$ 7 = 59.4
R13 = -4.852	D13 = 0.04		
R14 = 4.130	D14 = 0.15	N8 = 1.846660	$\nu$ 8 = 23.9
R15 = 1.714	D15 = 可変		
R16 = 2.176	D16 = 0.68	N9 = 1.583130	$\nu$ 9 = 59.4
R17 = -1.761	D17 = 0.12	N10 = 1.846660	$\nu$ 10 = 23.9
R18 = -3.285	D18 = 可変		
R19 = $\infty$	D19 = 0.73	N11 = 1.516330	$\nu$ 11 = 64.1
R20 = $\infty$			

焦点距離	1.00	4.83	12.00
可変間隔			
D5	0.15	2.48	3.13
D10	3.30	0.97	0.32
D15	2.24	1.65	2.69
D18	0.70	1.30	0.26

## 非球面係数

R12  $k=-7.47685e-02$   $B=-2.82833e-02$   $C=-1.06115e-02$   $D=1.08119e-02$   $E=-1.26616e-03$   
 $F=0$   
R13  $k=-3.78060e+01$   $B=-1.74716e-02$   $C=1.07386e-02$   $D=1.36634e-02$   $E=-4.24190e-03$   
 $F=0$   
R16  $k=-5.06624e+00$   $B=5.16681e-02$   $C=-6.97366e-02$   $D=1.83713e-01$   $E=-2.87486e-01$   
 $F=1.70112e-01$

【0068】

【外3】

15  
数值实施例 3

$f = 1 \sim 12.62$   $F n o = 2.05 \sim 2.72$   $2\omega = 62.3^\circ \sim 5.5^\circ$

R 1 =	8.255	D 1 =	0.27	N 1 =	1.846660	$\nu$ 1 =	23.9
R 2 =	4.148	D 2 =	1.33	N 2 =	1.603112	$\nu$ 2 =	60.6
R 3 =	-48.349	D 3 =	0.04				
R 4 =	3.786	D 4 =	0.74	N 3 =	1.712995	$\nu$ 3 =	53.9
R 5 =	11.896	D 5 =	可変				
R 6 =	8.440	D 6 =	0.12	N 4 =	1.882997	$\nu$ 4 =	40.8
R 7 =	1.080	D 7 =	0.59				
R 8 =	-1.623	D 8 =	0.12	N 5 =	1.603112	$\nu$ 5 =	60.6
R 9 =	1.656	D 9 =	0.44	N 6 =	1.846660	$\nu$ 6 =	23.9
R10 =	-37.589	D10 =	可変				
R11 =	絞り	D11 =	0.20				
R12 =	1.489	D12 =	0.74	N 7 =	1.583130	$\nu$ 7 =	59.4
R13 =	-3.870	D13 =	0.04				
R14 =	3.664	D14 =	0.15	N 8 =	1.846660	$\nu$ 8 =	23.9
R15 =	1.662	D15 =	可変				
R16 =	2.355	D16 =	0.69	N 9 =	1.583130	$\nu$ 9 =	59.4
R17 =	-1.622	D17 =	0.12	N10 =	1.846660	$\nu$ 10 =	23.9
R18 =	-3.633	D18 =	可変				
R19 =	$\infty$	D19 =	0.74	N11 =	1.516330	$\nu$ 11 =	64.1
R20 =	$\infty$						

焦点距離	1.00	4.98	12.62
可変間隔			
D 5	0.15	2.50	3.17
D10	3.34	0.98	0.32
D15	1.92	1.19	2.50
D18	0.71	1.44	0.13

非球面係数

R12  $k = -1.94312e-02$   $B = -2.39828e-02$   $C = -9.11649e-03$   $D = 1.75427e-02$   $E = -1.40727e-03$   
 $F = 0$   
R13  $k = -2.53349e+01$   $B = -4.32497e-03$   $C = 2.13151e-02$   $D = 1.33425e-02$   $E = 1.00432e-03$   
 $F = 0$   
R16  $k = -4.76182e+00$   $B = 4.68179e-02$   $C = -5.12184e-02$   $D = 1.39138e-01$   $E = -2.63563e-01$   
 $F = 1.84848e-01$

【0069】

【外 4】

17  
数値実施例4

$$f=1 \sim 12.31 \quad F \# = 2.05 \sim 2.54 \quad 2\omega = 63.0^\circ \sim 5.7^\circ$$

R1 = 8.378	D1 = 0.28	N1 = 1.846660	$\nu$ 1 = 23.9
R2 = 4.207	D2 = 1.35	N2 = 1.603112	$\nu$ 2 = 60.6
R3 = -50.516	D3 = 0.04		
R4 = 3.849	D4 = 0.75	N3 = 1.712995	$\nu$ 3 = 53.9
R5 = 12.005	D5 = 可変		
R6 = 7.218	D6 = 0.13	N4 = 1.882997	$\nu$ 4 = 40.8
R7 = 1.096	D7 = 0.60		
R8 = -1.647	D8 = 0.13	N5 = 1.603112	$\nu$ 5 = 60.6
R9 = 1.683	D9 = 0.45	N6 = 1.846660	$\nu$ 6 = 23.9
R10 = -55.141	D10 = 可変		
R11 = 絞り	D11 = 0.20		
R12 = 1.524	D12 = 0.75	N7 = 1.583130	$\nu$ 7 = 59.4
R13 = -4.306	D13 = 0.04		
R14 = 3.002	D14 = 0.15	N8 = 1.846660	$\nu$ 8 = 23.9
R15 = 1.533	D15 = 可変		
R16 = 2.279	D16 = 0.70	N9 = 1.583130	$\nu$ 9 = 59.4
R17 = -1.607	D17 = 0.13	N10 = 1.846660	$\nu$ 10 = 23.9
R18 = -3.471	D18 = 可変		
R19 = $\infty$	D19 = 0.75	N11 = 1.516330	$\nu$ 11 = 64.1
R20 = $\infty$			

焦点距離	1.00	4.91	12.31
可変間隔			
D5	0.15	2.54	3.21
D10	3.39	1.00	0.33
D15	1.95	1.28	2.47
D18	0.72	1.39	0.20

非球面係数

R12	k=-1.91509e-02	B=-3.27764e-02	C=-6.21002e-03	D=7.47172e-03	E=-7.64026e-03
F	0				
R13	k=-2.98473e+01	B=-1.93503e-02	C=2.14777e-02	D=1.25941e-03	E=-8.25351e-03
F	0				
R16	k=-4.26606e+00	B=4.36908e-02	C=-4.77108e-02	D=1.26385e-01	E=-2.04842e-01
F	1.21693e-01				

【0070】

【表1】

表-1

条件式	数値実施例			
	1	2	3	4
(1)	0.43	0.38	0.59	0.55
(2)	2.31	2.41	2.21	1.96
(3)	0.66	0.81	0.59	0.64
(4)	0.40	0.41	0.34	0.32
(5)	1.01	1.05	1.03	1.06
(6)	1.11	1.34	0.96	1.05
(8)	1.88	1.88	1.88	1.88

【0071】

【発明の効果】本発明によれば、リアフォーカス方式を採用し、レンズ系全体を小型化し、迅速なフォーカスを可能とし、かつ第1群がズーミング時固定でメカ機構が簡単で高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつ大口径比でありながらレンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式ズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【0072】この他本発明によれば、ズーム比が1.2倍程度と高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有し、かつFナンバーが1.6から2程度と大口径比でありながら、レンズの構成枚数が少ないリアフォーカス式ズーム

レンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 数値実施例1のレンズ断面図
- 【図2】 数値実施例1の広角端の収差図
- 【図3】 数値実施例1の中間の収差図
- 【図4】 数値実施例1の望遠端の収差図
- 【図5】 数値実施例2のレンズ断面図
- 【図6】 数値実施例2の広角端の収差図
- 【図7】 数値実施例2の中間の収差図
- 【図8】 数値実施例2の望遠端の収差図
- 【図9】 数値実施例3のレンズ断面図

19

- 【図10】 数値実施例3の広角端の収差図  
 【図11】 数値実施例3の中間の収差図  
 【図12】 数値実施例3の望遠端の収差図  
 【図13】 数値実施例4のレンズ断面図  
 【図14】 数値実施例4の広角端の収差図  
 【図15】 数値実施例4の中間の収差図  
 【図16】 数値実施例4の望遠端の収差図  
 【図17】 本発明の光学機器の要部概略図

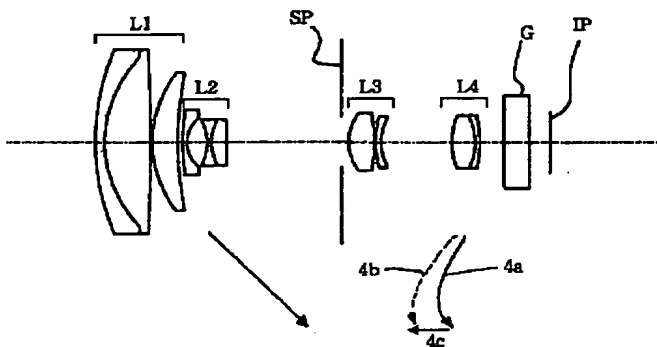
【符号の説明】

L1 第1群

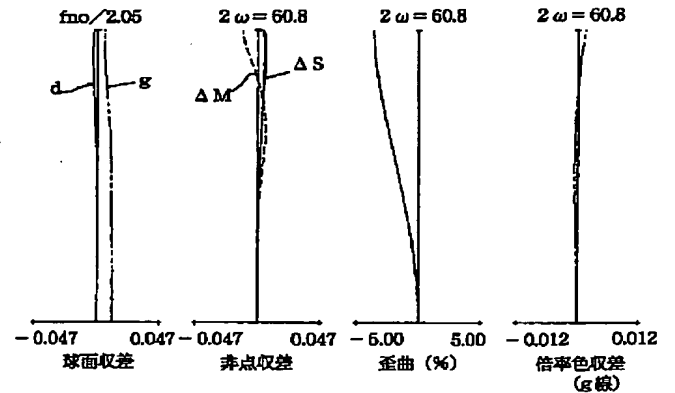
- L2 第2群  
 L3 第3群  
 L4 第4群  
 SP 絞り  
 G ガラスブロック  
 IP 像面  
 d d線  
 ΔM メリディオナル像面  
 ΔS サジタル像面

10

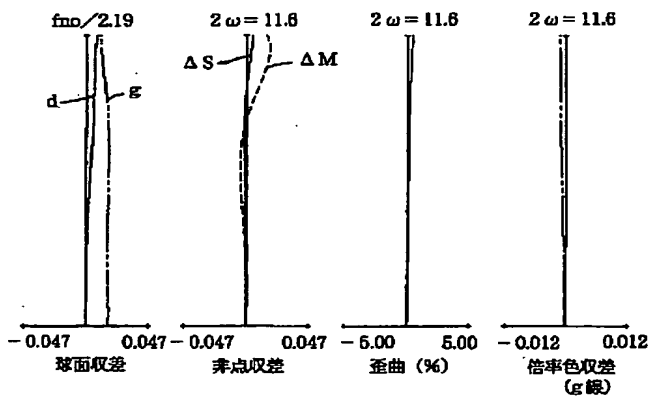
【図1】



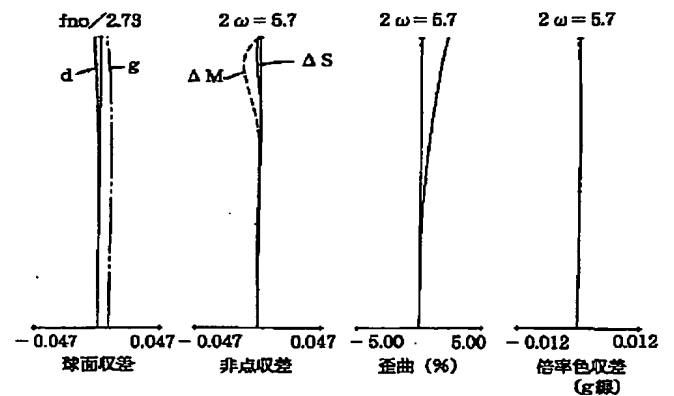
【図2】



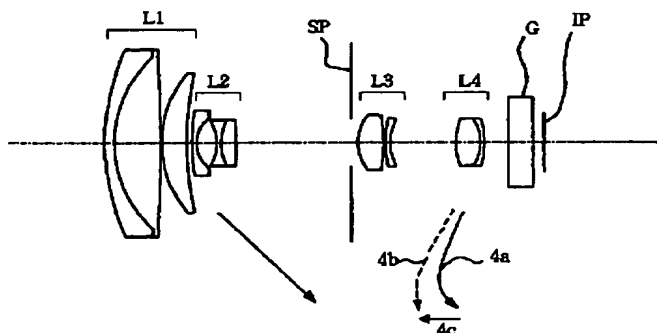
【図3】



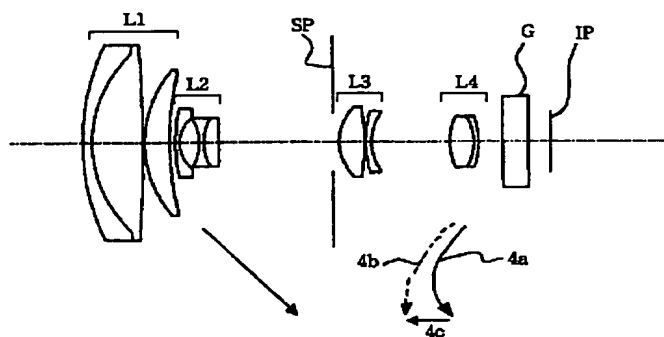
【図4】



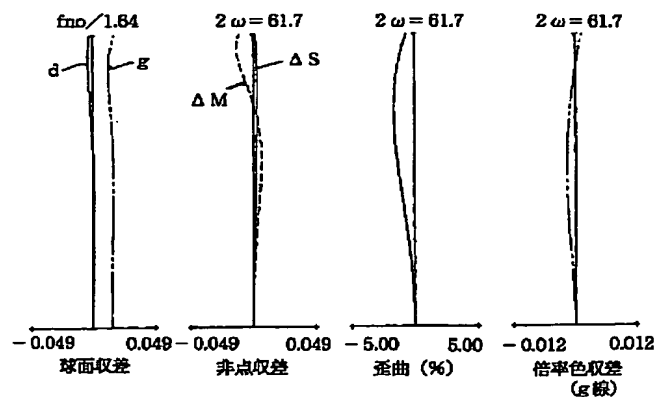
【図9】



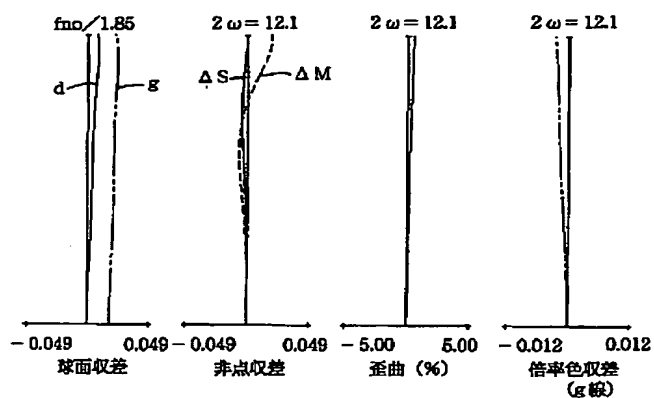
【図 5】



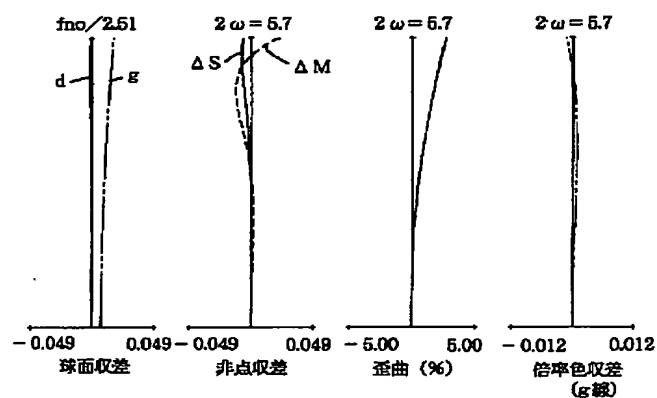
【図 6】



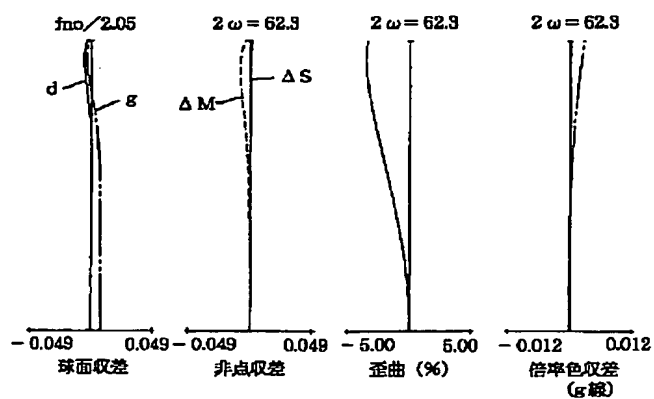
【図 7】



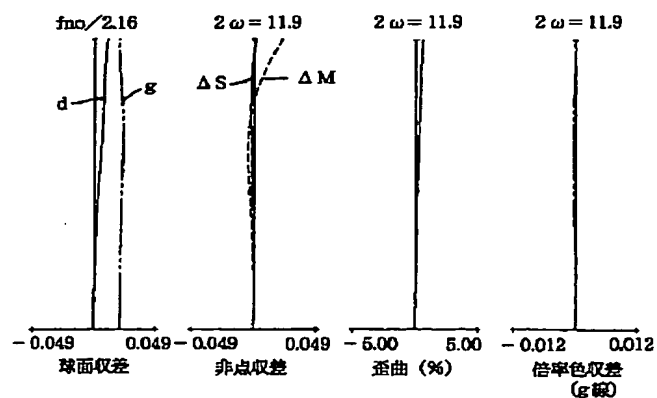
【図 8】



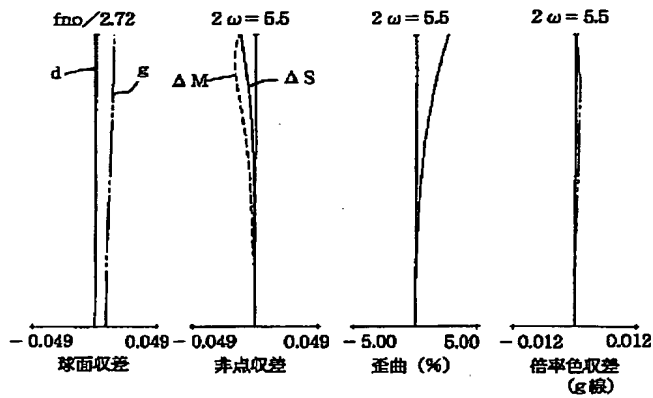
【図 10】



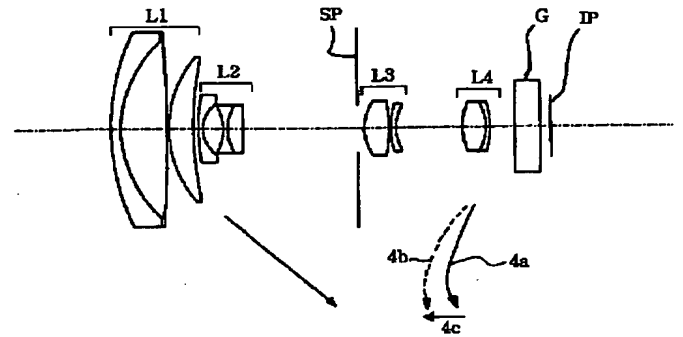
【図 11】



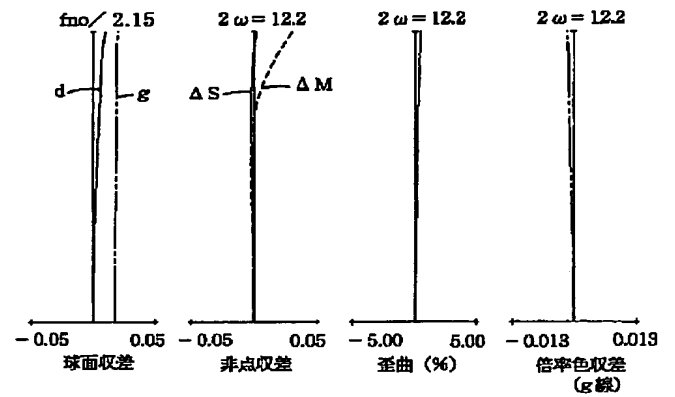
【図12】



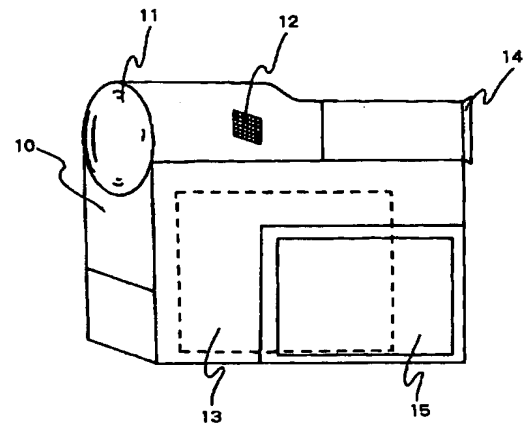
【図13】



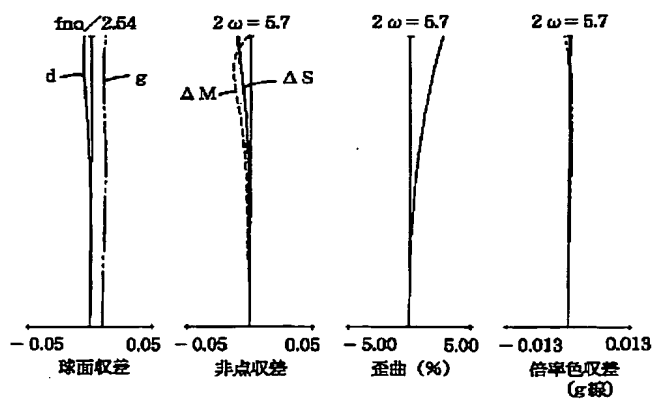
【図15】



【図17】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 MA15 PA07 PA20 PB10  
QA02 QA07 QA17 QA21 QA25  
QA37 QA41 QA46 RA05 RA12  
RA13 RA32 RA41 RA42 RA43  
SA23 SA27 SA29 SA32 SA63  
SA65 SA72 SA74 SB04 SB14  
SB23 SB33